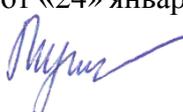


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 5 от «24» января 2022 г.  
Зав. кафедрой  /Мустафин А.Г.

Согласовано:  
Председатель УМК химического факультета

 /Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Физическая химия**

Базовая часть

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность).  
18.03.01. Химическая технология

Направленность (профиль) подготовки  
Технология и переработка полимеров

Квалификация  
бакалавр

Разработчик (составитель) доцент, к.х.н., доцент	 / Сафарова И.В.
---	---

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель:

доц., к.х.н., доц. кафедры физической химии и химической экологии Сафарова И.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 5 от «24» января 2022 г.

## Список документов и материалов

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2.	Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3.	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4.	Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1.	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2.	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	10
4.3.	Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)	23
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	23
5.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	23
5.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	24
6.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	25

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	- теоретические основы базовых химических дисциплин	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	
	- основные этапы и закономерности формирования фундаментальных химических понятий	ПК-18 Готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	
Умения	- выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	
	- применять основные фундаментальные химические понятия	ПК-18 Готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	
Владения (навыки/опыт деятельности)	- навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	
	- владеть химической терминологией, навыками работы с химическими реактивами, диалектико-	ПК-18 Готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профес-	

	материалистическим представлением о природе происходящих в химии явлений, навыками грамотно составлять отчет о выполнении лабораторных работ в журнале.	сиональной деятельности	
--	---	-------------------------	--

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части образовательной программы.

Дисциплина изучается на 3 и 4 курсах в 6, 7 семестрах (на заочном отделении на 2 курсе в зимнюю и летнюю сессии).

Цели изучения дисциплины: формирование у бакалавров базовых знаний и основных понятий физической химии, представлений о фундаментальных законах и основных методах физико-химической науки, необходимых в познании химических процессов и явлений.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа». Для усвоения курса физической химии требуется владение операциями дифференцирования (в том числе с частными производными), интегрирования, методами решения простых обыкновенных дифференциальных уравнений. Студент должен иметь представление о строении вещества, фазовых переходах и общих закономерностях химических процессов.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать теоретические основы базовых химических дисциплин	Не знает	Имеет представление о содержании отдельных разделов базовых химических дисциплин	Сформированное, но содержащее отдельные небольшие пробелы, знание теоретических основ базовых химических дисциплин	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
Второй этап (уровень)	Уметь выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	Не умеет	Демонстрирует частичное умение выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.)	Демонстрирует хорошее умение выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дис-	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин

				циплин	
Третий этап (уровень)	Владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Не владеет	Демонстрирует частичное владение навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Демонстрирует хорошее владение навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам

Код и формулировка компетенции

ПК-18 Готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать основные этапы и закономерности формирования фундаментальных химических понятий	Не знает	Неполные представления об основных этапах и закономерностях формирования фундаментальных химических понятий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных этапах и закономерностях формирования фундаментальных химических понятий	Имеет четкое, целостное знание основных этапов и закономерностей формирования фундаментальных химических понятий
Второй этап (уровень)	Уметь применять основные фундаментальные химические понятия	Не умеет	Умеет применять основные фундаментальные химические понятия с небольшим количеством замечаний	В целом успешное применение основных фундаментальных химических понятий	Умеет самостоятельно применять основные фундаментальные химические понятия
Третий этап (уровень)	Владеть химической терминологией, навыками работы с химическими реактивами, диалектико-материалистическим представлением о природе происходящих в химии явлений, навыками грамотно составлять отчет о выполнении лабораторных работ в журнале.	Не владеет	В целом успешное, но не систематическое владение химической терминологией, навыками работы с химическими реактивами, диалектико-материалистическим представлением о природе происходящих в химии явлений, навыками грамотно составлять отчет о	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение химической терминологией, навыками работы с химическими реактивами, диалектико-материалистическим представлением о природе происходящих в химии явлений, навыками грамотно составлять отчет о выполнении ла-	В полной мере владеет химической терминологией, навыками работы с химическими реактивами, диалектико-материалистическим представлением о природе происходящих в химии явлений, навыками грамотно составлять отчет о выполнении лаборатор-

			выполнении лабораторных работ в журнале.	бораторных работ в журнале.	ных работ в журнале.
--	--	--	--	-----------------------------	----------------------

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей дисциплины, перечисленных в рейтинг-плане дисциплины, для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
Знания	-теоретические основы базовых химических дисциплин	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	Устный опрос, защита лабораторной работы, контрольная работа
	- основные этапы и закономерности формирования фундаментальных химических понятий	ПК-18 Готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Устный опрос, защита лабораторной работы
Умения	- выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	Устный опрос, защита лабораторной работы, контрольная работа
	- применять основные фундаментальные химические понятия	ПК-18 Готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Устный опрос, защита лабораторной работы
Владения (навыки/опыт деятельности)	- навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	Устный опрос, защита лабораторной работы, контрольная работа

	<p>- владеть химической терминологией, навыками работы с химическими реактивами, диалектико-материалистическим представлением о природе происходящих в химии явлений, навыками грамотно составлять отчет о выполнении лабораторных работ в журнале.</p>	<p>ПК-18 Готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Устный опрос, защита лабораторной работы</p>
--	---	---	---

### Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета.

Экзаменационный билет включает в себя три теоретических вопроса.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Теоретический вопрос.
2. Теоретический вопрос.
3. Теоретический вопрос.

### Типовые материалы к экзамену

#### Шестой семестр

1. Основные понятия химической термодинамики: система, фаза, компонент. Термодинамические переменные. Экстенсивные и интенсивные переменные. Постулат равновесия. Нулевой закон термодинамики.

2. Уравнения состояния системы. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа. Вириальные уравнения.

3. Первый закон термодинамики. Его формулировка и следствия. Функции состояния и функции пути. Теплота, работа и изменение внутренней энергии для различных процессов в идеальном газе. Энтальпия. Вычисление изменений внутренней энергии и энтальпии из опытных данных.

4. Закон Гесса. Теплоты реакций  $Q_V$  и  $Q_P$ . Стандартные энтальпии химических реакций. Энтальпии образования химических соединений.

5. Теплоемкости. Их определение в классической и статистической термодинамике. Использование теплоемкостей для расчетов изменения энергии, энтальпии и энтропии.

6. Зависимость энтальпий химических реакций от температуры. Уравнение Кирхгофа.

7. Второй закон термодинамики. Энтропия, как функция состояния. Изменение энтропии при необратимых процессах.

8. Математический аппарат термодинамики. Фундаментальное уравнение Гиббса. Внутренняя энергия, как однородная функция объема, энтропии и числа молей. Уравнение Гиббса-Дюгема. Термодинамические потенциалы. Соотношения Максвелла и их использование при расчетах энергии, энтальпии и энтропии. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

9. Термодинамические потенциалы (характеристические функции) и их свойства. Различные формы записи условий термодинамического равновесия. Критерий самопроизвольного протекания процесса.

10. Химический потенциал. Его различные определения. Способы вычисления изменений химического потенциала в термодинамике и статистической термодинамике. Химический потенциал и стандартный химический потенциал идеального газа. Химический потенциал реальных газов и его расчеты по методу летучести (фугитивности) Льюиса.

11. Химические равновесия в закрытых системах. Условие химического равновесия. Изотерма химической реакции. Стандартная энергия Гиббса химической реакции.

12. Химические равновесия в газовой фазе. Различные формы записи констант равнове-

сия и связь между ними. Закон действующих масс и его термодинамический вывод.

13. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса.

14. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона Клаузиуса. Его применение к процессам плавления, сублимации и испарения в однокомпонентных системах (на примере  $H_2O$ ). Фазовые переходы первого рода. Фазовые переходы второго рода.

15. Основные понятия термодинамики растворов. Функции смешения, избыточные функции смешения. Мольная энергия Гиббса смешения. Идеальные растворы. Закон Рауля и закон Генри. Стандартный химический потенциал компонента в жидком и твердом растворах. Стандартные состояния "чистое вещество" и "бесконечно-разбавленный раствор".

16. Неидеальные растворы. Метод активностей Льюиса. Вычисление коэффициентов активности из экспериментальных данных по давлению пара компонентов раствора. Термодинамическая классификация растворов.

17. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах: зависимость растворимости вещества от температуры, криоскопия, эбулиоскопия. Экстракционное равновесие. Осмос, уравнение Вант-Гоффа.

18. Уравнения Гиббса-Дюгема-Маргулеса. Обобщенное уравнение Гиббса Дюгема. Мольные (интегральные) и парциальные мольные величины.

19. Правило фаз Гиббса и его применение к различным диаграммам состояния бинарных систем (простая эвтектика, диаграмма с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимся соединением).

20. Равновесие жидкость - пар в двухкомпонентных системах. Различные виды диаграмм состояния в координатах:  $P(x_i, y_i)$ - $Tk(x_i, y_i)$ - $x_i(y_i)$ . Азеотропные смеси. Законы Гиббса Коновалова.

21. Химические равновесия в растворах. Константы равновесия при различном выборе стандартных состояний для участников реакции. Химическое равновесие в разбавленном растворе. Влияние инертного растворителя. Гетерогенные химические равновесия с образованием и без образования твердых растворов. Зависимость констант равновесия от температуры. Изобара Вант-Гоффа и ее интегрирование.

22. Третий закон термодинамики. Формулировка Нернста и формулировка Планка.

23. Расчеты констант равновесия с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций и приведенной энергии Гиббса.

### Седьмой семестр

1. Кинетическая кривая. Ее вид для исходных, промежуточных веществ и продуктов реакции. Вычисление скорости реакции по кинетическим кривым.

2. Кинетическая кривая. Скорость химической реакции в гомофазной системе и скорости по компонентам. Средняя и истинная скорости. Вычисление скорости из экспериментальных данных.

3. Молекулярность и порядок химической реакции. Методы определения порядка реакции.

4. Необратимые реакции первого порядка. Определение констант скорости из опытных данных.

5. Необратимые реакции второго порядка. Определение констант скорости из опытных данных.

6. Закон действия масс и условия его применения. Константа скорости реакции. Порядок реакции (суммарный, по исходным реагентам).

7. Дифференциальный и интегральный методы определения порядка реакции.

8. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса, вычисление энергии активации и предэкспоненциального множителя из экспериментальных данных.

9. Последовательные реакции первого порядка. Система дифференциальных уравнений для компонентов реакционной смеси. Определение констант скоростей из опытных данных.

10. Обратимые реакции. Кинетическое условие равновесия, константа равновесия. Урав-

- нение для скорости обратимой реакции первого порядка. Вычисление констант скоростей прямой и обратной реакций из экспериментальных данных
11. Параллельные реакции. Определение относительных и абсолютных констант скоростей элементарных стадий из кинетических кривых расщепления исходных соединений, накопления продуктов реакций или соответствующих начальных скоростей.
  12. Определение катализа. Общие принципы катализа. Роль катализа в химии. Примеры механизмов каталитических реакций.
  13. Каталитические реакции. Кислотно-основной катализ. Кинетический анализ механизмов специфического кислотного катализа (на примере иодирования ацетона).
  14. Автокатализ.
  15. Каталитические реакции. Ферментативный катализ. Уравнение и константа Михаэлиса.
  16. Термодинамический аспект теории абсолютных скоростей реакции.
  17. Радикально-цепные реакции. Неразветвленные цепные процессы. Примеры одно-, двух- и трехцентровых цепных реакций. Основные элементарные стадии цепных процессов.
  18. Радикально-цепные реакции. Энергия активации цепного процесса. Обрыв цепей и лимитирующая стадия процесса. Длина цепи.
  19. Кинетический анализ радикально-цепных реакций (применение условия длинных цепей и метода квазистационарных концентраций при выводе уравнения для скорости цепного процесса).
  20. Классическая теория электролитической диссоциации. Основные положения. Недостатки.
  21. Современная концепция электролитической диссоциации. Механизмы образования растворов электролитов.
  22. Термодинамические свойства растворов электролитов.
  23. Теория межмолекулярного взаимодействия Дебая-Гюккеля. Расчет коэффициента активности. Область применения Уравнений Дебая-Гюккеля первого, второго и третьего приближения
  24. Неравновесные явления в растворах электролитов.
  25. Электропроводность (удельная, мольная) электролитов: понятия, влияние различных факторов.
  26. Уравнения Кольрауша и Крауса-Брея, их применение к сильным и слабым электролитам.
  27. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгангена. Уравнение Онзагера. Область его применения.
  28. Гальванический элемент. Правила Международной конвенции о гальваническом элементе и ЭДС.
  29. Термодинамика электрохимических реакций в гальваническом элементе. Влияние температуры на ЭДС электрохимической системы. Расчет  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  и  $\Delta S$  для электрохимических систем.
  30. Причины возникновения скачка потенциала на концах электрохимической цепи.
  31. Диффузионный потенциал. Причины возникновения. Методы элиминирования.
  32. Электродные потенциалы. Водородная шкала. Стандартная ЭДС цепи.
  33. Классификация электродов. Примеры. Уравнения Нернста для этих электродов.
  34. Электрохимические системы. Их классификация в зависимости от природы возникновения ЭДС.
  35. Измерение ЭДС как метод физико-химического исследования. Определение констант диссоциации слабых электролитов, рН растворов, произведения растворимости методом ЭДС.
  36. Основные признаки равновесных и неравновесных электрохимических систем.
  37. Химическое действие электрического тока. Выход вещества по току.
  38. Плотность тока как мера скорости электрохимических процессов.

39. Лимитирующие стадии в электрохимических реакциях. Поляризация электрода и ток обмена.

40. Диффузионная кинетика электродных процессов: три основных уравнения, вывод уравнения поляризационной кривой.

#### Образец экзаменационного билета

Минобрнауки России  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Химический факультет  
Кафедра физической химии и химической экологии

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине **Физическая химия**

Направление/Специальность 18.03.01 «Химическая технология»

1. Первое начало (закон) термодинамики, его содержание и математические выражения. Внутренняя энергия, энтальпия. Их свойства.
2. Однокомпонентные гетерогенные системы. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Его вывод и анализ.
3. Стандартное состояние системы. Стандартные значения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца. Связь стандартных энергии Гиббса и энергии Гельмгольца с константами химического равновесия. Физический смысл величин  $\Delta G$  и  $\Delta G^\circ$ . Связь термодинамических констант равновесия со стандартными изменениями энтальпии и энтропии.

Критерии и методика оценивания (в баллах):

- 25-30 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- 17-24 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- 10-16 баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- 1-10 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;

- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

### Защита лабораторной работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ
1.	Изучение химического равновесия гомогенной реакции
2.	Изучение зависимости давления насыщенного пара индивидуальной жидкости от температуры.
3.	Определение энтальпии образования кристаллогидрата из безводной соли и воды.
4	Исследование равновесия двухкомпонентной системы «жидкий раствор-пар». Построение диаграммы «температура-состав» для двух полностью смешивающихся жидкостей.
5	Изучение гетерогенного равновесия в системе из двух ограниченно растворимых жидкостей.
6	Исследование кристаллизации бинарных легкоплавких систем. Построение диаграммы плавкости.
7	Изучение взаимной растворимости жидкостей в трехкомпонентной системе. Построение диаграммы равновесия в системах с ограниченной растворимостью.
8	Определение активационных параметров реакции окисления иодид-иона пероксидом водорода методом отсчета времени.
9	Изучение кинетики инверсии сахара.
10	Изучение кинетики тушения люминесценции флюоресцеина бромидом калия.
11	Изучение кинетики реакции иодирования ацетона.
12	Математическое моделирование сложных химических реакций.
13	Определение эффективных чисел переноса ионов в растворе серной кислоты.
14	Исследование электрической проводимости электролитов в воде.
15	Определение константы диссоциации одноосновной кислоты методом измерения электропроводности растворов
16	Исследование элемента Даниеля
17	Определение произведения растворимости труднорастворимого соединения методом измерения электродвижущих сил.
18	Определение температурной зависимости электродвижущей силы гальванического элемента и расчёт на её основе термодинамических величин химической реакции.

Проводится в форме устного опроса до выполнения работы и проверки оформленной работы в лабораторном журнале.

Критерии и методика оценивания:

Оценка промежуточных знаний студентов на лабораторных работах осуществляется на основании их ответов на вопросы для самостоятельной подготовки.

- 0 баллов выставляется студенту, если он не владеет содержанием лабораторной работы;
- 2 балла выставляется студенту, если он частично владеет содержанием лабораторной работы;
- 3 балла выставляется студенту, если он владеет содержанием лабораторной работы, но не может объяснить полученные результаты; в работе допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа;

– 5 балла выставляется студенту, если он если лабораторная работа выполнена в полном объеме и студент может объяснить полученные результаты.

### Коллоквиумы

Проводится в форме устного или письменного опроса.

## Шестой семестр

### Программа первого коллоквиума по химической термодинамике

1. Термодинамические системы, их классификация, термодинамический метод их описания. Термодинамическое состояние системы. Термодинамические параметры состояния системы – интенсивные и экстенсивные.

2. Термодинамические процессы. Самопроизвольные и несамопроизвольные, термодинамически обратимые и необратимые, равновесные и неравновесные процессы.

3. Первое начало (закон) термодинамики, его содержание и математические выражения. Внутренняя энергия, энтальпия. Их свойства. Теплота и работы различного рода. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Вычисление изменения внутренней энергии, теплоты и работы при протекании различных процессов. Теплоемкость. Теплоемкости как мера изменения внутренней энергии или энтальпии с изменением температуры. Зависимость теплоемкости индивидуального вещества от температуры.

4. Первое начало термодинамики и энергетика различных процессов. Закон Гесса, его формулировка. Следствия из закона Гесса и их применение для термохимических расчетов. Уравнение Кирхгофа. Методы расчета тепловых эффектов различных физических и химических процессов. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах. Расчет тепловых эффектов по данным  $H_0^\circ$  и  $H_T^\circ - H_0^\circ$  или  $H_{298}^\circ$  и  $H_T^\circ - H_{298}^\circ$ . Расчеты с использованием уравнения Гиббса-Гельмгольца.

5. Второе начало (закон) термодинамики. Термодинамические методы рассмотрения вопроса о возможности и направлении самопроизвольного протекания процессов. Статистическая природа второго закона. Уравнение второго закона для обратимых и необратимых процессов. Энтропия, ее основные свойства. Энтропия как координата состояния в явлениях теплообмена. Методы расчета изменения энтропии при протекании различных процессов. Абсолютная энтропия. Вычисление абсолютной энтропии и ее изменения. Изменение энтропии изолированной системы и направление процесса. Критерии возможности направления и предела протекания различных процессов в изолированной системе.

6. Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики (фундаментальное уравнение Гиббса). Значение этого уравнения. Фундаментальные уравнения Гиббса для открытых и закрытых систем.

7. Метод термодинамических функций Гиббса. Внутренняя энергия и энтальпия как изохорно-изоэнтропийный и изобарно-изоэнтропийный потенциалы.

Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса, их полные дифференциалы, свойства  $F$  и  $G$ . Условия равновесия и протекания процессов при постоянстве давления и температуры или объема и температуры.

Характеристические функции, их свойства. Связи между ними. Естественные переменные. Критерии возможности самопроизвольного протекания процессов и критерии устойчивого равновесия в закрытых системах для различных условий существования системы.

8. Уравнение Гиббса-Гельмгольца, его вывод. Различные формы этого уравнения. Физический смысл величин, входящих в уравнение Гиббса-Гельмгольца. Значение уравнения. Влияние температуры на изменение энергии Гиббса. Методы расчета  $\Delta G$ .

9. Химические потенциалы, их свойства. Химические потенциалы однокомпонентных систем. Связь химических потенциалов с энергией Гиббса.

10. Термодинамический метод активности, его суть. Активность, коэффициент активности. Летучесть и коэффициент летучести. Физический смысл коэффициента активности (летучести). Различные методы определения летучести реальных газов.

### **Программа второго коллоквиума по химической термодинамике**

1. Растворы. Общая характеристика растворов. Способы выражения состава растворов. Идеальные и неидеальные растворы. Парциальные молярные величины, их свойства. Различия между парциальными молярными величинами и химическими потенциалами. Уравнения Гиббса-Дюгема.

2. Идеальные растворы. Различия между понятиями «идеальный раствор» и «идеальный газ». Термодинамические свойства идеальных растворов. Зависимость химических потенциалов компонентов идеального раствора от состава. Функции смещения идеальных растворов. Давление пара над идеальными и предельно разбавленными растворами. Законы Рауля, Генри, Дальтона.

3. Неидеальные растворы. Предельно разбавленные растворы. Термодинамический метод активности, его суть. Коэффициенты активности. Стандартные состояния.

4. Равновесие «жидкость – пар» в бинарных системах. Диаграммы состояния, используемые для описания свойств бинарных растворов. Диаграммы «общее давление – состав» и «температура – состав» идеальных и неидеальных жидких растворов. Основные типы отклонений от законов идеальных растворов. Азеотропные смеси и их свойства. Законы Гиббса-Коновалова, их анализ. Разделение неограниченно смешивающихся жидкостей методом перегонки.

Равновесие «жидкость – жидкость» в системах с ограниченной взаимной растворимостью жидкостей. Применение правила фаз к таким системам. Кривые расслоения. Влияние температуры на взаимную растворимость. Сопряженные растворы.

5. Коллигативные свойства растворов. Зависимость температуры кипения и температуры замерзания от состава и свойств чистых компонентов в идеальных, предельно разбавленных и неидеальных растворах. Криоскопическая и эбулиоскопическая постоянные, их физический смысл. Криоскопия и эбулиоскопия.

Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа, его термодинамический вывод.

6. Распределение растворенного вещества между двумя несмешивающимися растворителями. Константа распределения и коэффициент распределения. Экстракция.

### **Программа третьего коллоквиума по химической термодинамике**

1. Гетерогенные и гомогенные системы. Общие понятия и определения. Фаза, составляющие вещества, компонент, число компонентов, степень свободы (вариантность). Расчет числа компонентов, числа фаз и степеней свободы при отсутствии реакций между веществами, образующими систему. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса, его анализ.

2. Диаграммы состояния. Общие принципы их построения. Принцип соответствия и принцип непрерывности. Фигуративные точки. Основные типы объемной и плоской диаграмм.

3. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона, его вывод и анализ. Применение уравнения Клаузиуса-Клапейрона к равновесиям между конденсированной и газообразной фазами и к равновесиям между двумя конденсированными фазами.

4. Плоская диаграмма состояния однокомпонентных систем в координатах  $P - T$ . Применение правила фаз к однокомпонентным системам. Понятие об объемных диаграммах. Плоская диаграмма воды, ее подробный анализ.

5. Фазовое равновесие в двухкомпонентных системах. Применение правила фаз к двухкомпонентным системам. Построение диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Определение числа фаз на плоской диаграмме. Правило рычага.

6. Равновесие в системах «твердое тело – жидкость». Основные типы диаграмм равновесия «твердая фаза – расплав» в бинарных системах. Диаграммы плавкости, их анализ.

Системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и взаимной нерастворимостью в твердом состоянии (системы с простой эвтектикой). Подробный анализ диаграмм. Линии ликвидуса и солидуса. Эвтектические точки. Термический анализ. Кривые ох-

лаждения расплавов различного состава. Построение диаграмм состояния двухкомпонентных систем по кривым охлаждения. Треугольник Таммана.

7. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах. Применение правила фаз к трехкомпонентным системам. Графическое изображение состава и свойств трехкомпонентных систем. Методы Гиббса и Розебома. Изотермы растворимости трехкомпонентных систем. Правило Тарасенкова.

#### **Программа четвертого коллоквиума по химической термодинамике**

1. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца, их свойства. Общие условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов для различных условий существования системы, выраженные через характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

2. Связь между массами отдельных компонентов реакции. Химическая переменная, ее физический смысл. Изменение энергии Гиббса как функция химической переменной при протекании химического процесса. Фундаментальное уравнение Гиббса при химическом превращении в системе.

Химическое сродство. Сродство по де-Донде. Изометрическая работа химического процесса как термодинамическая мера химического сродства. Изотерма химической реакции Вант-Гоффа, ее вывод. Анализ уравнения. Определение направления процесса по уравнению изотермы химической реакции.

Стандартное состояние системы. Стандартные значения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца. Связь стандартных энергии Гиббса и энергии Гельмгольца с константами химического равновесия  $K_f$  и  $K_a$ . Расчет стандартной энергии Гиббса, если давление выражено в паскалях. Стандартное химическое сродство. Использование стандартного изменения энергии Гиббса для получения приближенных данных о протекании химических реакций. Физический смысл величин  $\Delta G$  и  $\Delta G^\circ$ .

3. Химическое равновесие. Термодинамические условия химического равновесия. Закон действия масс, его термодинамический вывод. Численное значение термодинамической константы равновесия как количественная мера способности вещества к химическому превращению по пути, задаваемому уравнением реакции. Термодинамические и концентрационные константы равновесия. Различные формы записи констант равновесия. Связь между  $K_a$ ,  $K_f$ ,  $K_p$ ,  $K_c$ ,  $K_n$ ,  $K_x$ . Связь между термодинамическими константами равновесия и стандартными изменениями энергии Гиббса и энергии Гельмгольца. Связь термодинамических констант равновесия со стандартными изменениями энтальпии и энтропии.

Экспериментальные методы определения констант равновесия. Метод электродвижущих сил, его достоинства и ограничения.

Гетерогенные химические равновесия. Особенности их термодинамического описания. Константы равновесия гетерогенных процессов. Расчеты химических равновесий в гетерогенных химических системах.

4. Влияние различных факторов (температуры, давления, присутствия инертного газа, соотношения реагентов и др.) на химическое равновесие.

Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры Вант-Гоффа и их термодинамический вывод. Определение тепловых эффектов химических реакций по температурной зависимости констант равновесия.

5. Расчетные методы определения констант равновесия. Расчет констант равновесия, изменения стандартных энергий Гиббса и энергий Гельмгольца при базовой температуре (по изменению стандартных энергии Гиббса при образовании данного вещества из простых веществ, по изменению стандартных энтальпий и энтропий компонентов реакции, путем комбинирования реакций, по данным о логарифмах констант равновесия реакций образования реагирующих веществ и др.). Использование справочных данных при расчетах.

Расчет констант равновесия для температур, отличных от базовой. Использование изобары и изохоры химической реакции для определения констант равновесия при различных

температурах. Уравнение первого приближения, область его применения. Данные, необходимые для расчета значений констант равновесия в широком диапазоне температур. Уравнение Габера. Справочные данные о зависимости термодинамических констант равновесия важнейших газовых реакций от температуры.

6. Расчеты химических равновесий через стандартные энтропии и теплоты образования (энтальпии) компонентов реакции. Уравнения первого и второго приближения. Вычисление стандартного изменения энергии Гиббса по методу Темкина и Шварцмана. Последовательность расчета констант равновесия химических реакций этим методом.

Приведенные энергии Гиббса, их использование для расчета констант равновесия. Применение таблиц.

7. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. Расчеты выхода продуктов реакций различных типов. Вычисление состава равновесных смесей идеальных газов. Расчет констант равновесия и состава для смеси реальных газов. Роль коэффициентов активности (летучести). Методы вычисления летучестей компонентов смеси газов.

Расчет выходов продуктов при протекании реакций в растворах. Выход продуктов при совместном протекании нескольких химических реакций.

## **Седьмой семестр**

### **Программа первого коллоквиума по кинетике**

1. Кинетическая кривая. Определение. Вид кинетических кривых для исходных реагентов, промежуточных и конечных продуктов реакции.

2. Скорость химической реакции. Определение для гомогенной реакции в закрытой системе. Размерность скорости. Скорость реакции по компонентам и скорость реакции. Средняя, истинная и начальная скорости.

3. Вычисление истинной скорости реакции из экспериментальных данных. Описание кинетических кривых полиномом и вычисление скоростей в любые моменты времени.

4. Закон действия масс – основной постулат химической кинетики, его формулировка. Запись закона действия масс для простых и сложных химических реакций. Порядок реакции (по компоненту, суммарный). Молекулярность реакции. Константа скорости, ее химический смысл. Размерности констант скоростей реакций различных порядков.

5. Зависимость константы скорости и скорости химической реакции от температуры. Температурный коэффициент. Уравнение Аррениуса. Размерности и смысл величин, входящих в уравнение Аррениуса. Вычисление энергии активации и предэкспоненциального множителя из экспериментальных данных.

6. Односторонние реакции первого порядка. Примеры. Дифференциальное (кинетическое) уравнение реакции первого порядка, его интегрирование. Полулогарифмическая анаморфоза. Период полупревращения.

7. Односторонние реакции второго порядка. Примеры. Дифференциальные уравнения реакции второго порядка (для случаев с равными и отличающимися концентрациями исходных веществ), их интегрирование. Спряжения кинетических кривых в координатах реакции второго порядка.

8. Односторонние реакции третьего порядка. Примеры. Дифференциальное уравнение реакции третьего порядка (для случая с равными концентрациями исходных веществ), его интегрирование. Спряжение кинетической кривой в координатах реакции третьего порядка.

9. Определение порядка и константы скорости реакции из экспериментальных данных. Дифференциальный и интегральный методы.

### **Программа второго коллоквиума по кинетике**

1. Цепные реакции. Определение цепной реакции. Активный центр. Примеры радикально-цепных процессов. Зарождение цепей, физическое и химическое (вещественное) инициирование. Продолжение цепей, принцип неуничтожимости свободной валентности, звено це-

пи, длина цепи. Примеры одно-, двух- и трехцентровых цепных реакций. Обрыв цепей (квадратичный и линейный). Разветвление и вырожденное разветвление цепей.

2. Цепные неразветвленные реакции. Квазистационарный режим и время его установления. Кинетический анализ радикально-цепной реакции (применение условия длинных цепей и метода квазистационарных концентраций при выводе уравнения для скорости цепного процесса). Влияние механизма обрыва цепи на скорость реакции.

3. Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей. Окисление органических соединений в жидкой фазе как пример вырожденно-разветвленной реакции. Анализ механизма автоокисления углеводородов, кинетика накопления гидропероксида. Кинетический анализ реакции.

4. Цепные разветвленные реакции. Характерные признаки. Формально-кинетическое описание кинетики реакции. Механизм горения водорода, его анализ на базе метода полустационарных концентраций. Пределы цепной разветвленной реакции. Полуостров воспламенения.

5. Катализ. Определение. Примеры каталитических реакций. Природа действия катализаторов. Классификация каталитических процессов.

6. Ферментативный катализ. Особенности ферментов как катализаторов. Простейшая схема процесса, ее кинетический анализ. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение кинетических параметров.

7. Кислотно-основной катализ. Примеры реакций, катализируемых кислотой и основанием. Специфический кислотный катализ. Влияние концентрации  $\text{H}_3\text{O}^+$  на скорость каталитического процесса. Диаграммы Скрабала. Общий кислотный катализ.

8. Автокатализ. Определение. Примеры автокаталитических реакций. Особые участки и особые точки кинетической кривой автокаталитических реакций. Дифференциальное и интегральное уравнения автокатализа в безразмерных координатах.

9. Фотохимические реакции, области их применения. Шкала электромагнитных волн. Основные законы фотохимии (Гротгуса-Дреппера, Эйнштейна, Бугера-Ламберта-Бера). Электронные состояния и дезактивация фотовозбужденных молекул (диаграмма Яблонского).

Флуоресценция и тушение флуоресценции. Кинетика тушения возбужденных состояний. Уравнение и константа Штерна-Фольмера.

### **Программа коллоквиума по электрохимии**

1. Электролиты. Теория электролитической диссоциации, ее недостатки. Современная теория. Термодинамическое описание растворов электролитов. Суть метода активности. Активность общая, отдельных ионов, средняя ионная активность. Коэффициент активности отдельных ионов и средний ионный коэффициент активности, связь между ними. Ионная сила раствора.

Ион-ионные взаимодействия в растворах. Теория Дебая-Гюккеля. Уравнение Дебая-Гюккеля первого, второго и третьего приближений, области их применений.

2. Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов. Диффузия и миграция ионов в растворах. Уравнение Нернста-Эйнштейна. Электрическая проводимость (электропроводность) растворов. Удельная, молярная и эквивалентная электропроводности, их определение и связь между ними. Влияние концентрации раствора на электропроводность. Предельная электропроводность. Закон Кольрауша. Числа переноса.

Электрофоретический и релаксационный эффекты. Уравнение Онзагера, область его применения. Эффекты Дебая-Фалькенгагена и Вина.

3. Обобщенная электрохимическая система. Гальванический элемент. Основные положения международной конвенции об электродвижущей силе (э.д.с.) и электродных потенциалах. Схематическая запись гальванических элементов. Написание реакций, протекающих на электродах и в гальваническом элементе в целом.

Термодинамика обратимых электрических систем. Температурная зависимость э.д.с. Расчет констант равновесия и других термодинамических характеристик электрохимических

реакций ( $\Delta G$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta C_p$ ) по данным об э. д. с. гальванических коэффициентов и их температурных коэффициентах.

Э. д. с. гальванического элемента как сумма скачков потенциала. Потенциал электрода. Водородная шкала потенциалов. Стандартные электродные потенциалы. Концентрационная зависимость электродных потенциалов. Уравнение Нернста.

Электроды. Классификация электродов. Электроды первого и второго рода, амальгамные, газовые и редокси-электроды (подробно о каждом виде электродов: общая характеристика; схематическая запись; реакции, протекающие на электродах; уравнения для электродных потенциалов; важнейшие представители каждого вида; их применение).

4. Электрохимические цепи. Принципы классификации. Цепи с переносом и без переноса. Физические цепи. Химические цепи. Концентрационные цепи.

Диффузионные потенциалы. Методы оценки их величины. Способы уменьшения диффузионных потенциалов на границе двух жидкостей.

Области применения метода э.д.с.

5. Химические действия электрического тока. Законы Фарадея, их сущность и формулировки. Выход вещества по току. Плотность тока как мера скорости электродного процесса.

6. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Их основные признаки. Ток обмена. Электродная поляризация. Основные стадии электродных процессов. Лимитирующие стадии. Поляризационные характеристики (поляризационные кривые). Перенапряжение.

Критерии и методика оценивания:

5 баллов – глубокое и прочное усвоение программного материала; полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания;

3 балла – знание программного материала; грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; правильное применение теоретических знаний;

2 балла – усвоение основного материала; при ответе допускаются неточности; при ответе недостаточно правильные формулировки; нарушение последовательности в изложении программного материала;

0 баллов – не знание программного материала; при ответе возникают ошибки.

### Задания для контрольной работы 6 семестр (зимний семестр)

Структура контрольной работы.

Контрольная работа включает в себя один теоретический вопрос и две задачи.

1. Теоретический вопрос.

2. Задача.

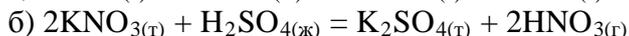
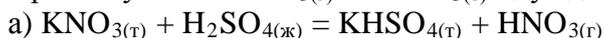
3. Задача.

Пример варианта контрольной работы:

Задание 1. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа.

Задание 2. Решить задачу.

При получении  $\text{HNO}_{3(\text{r})}$  из  $\text{KNO}_{3(\text{r})}$  идут две реакции:



Сколько выделится (или поглотится) тепла при получении 1 кг  $\text{HNO}_{3(\text{r})}$ , если 80 % ее образуется по первой реакции, а стандартные энтальпии образования  $\Delta_f H_{298}^0$  соединений равны (в Дж·моль<sup>-1</sup>):

$\text{KNO}_{3(\text{r})}$	$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{ж})}$	$\text{HNO}_{3(\text{r})}$	$\text{KHSO}_{4(\text{r})}$	$\text{K}_2\text{SO}_{4(\text{r})}$
-492,5	-814,0	-133,9	-1146,4	-1433,7

Задание 3. Решить задачу.

Найти изменение  $U$ ,  $H$ ,  $S$ ,  $A$  и  $G$  при переходе 1 моля воды в пар при  $100^\circ\text{C}$  и 1 атм. При этой температуре мольный объем воды равен 18 мл, а мольный объем пара равен 30,2 л. Теплота испарения воды при  $100^\circ\text{C}$  равна  $40,65 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$ .

### 7 семестр (летний семестр)

Пример варианта контрольной работы:

Задание 1. Электропроводность (удельная, мольная) электролитов: понятия, влияние различных факторов.

Задание 2. Решить задачу.

Найти величину эквивалентной электропроводности ( $\lambda_0$ ) для  $\text{KBr}$  и эффективный коэффициент диффузии электролита  $D_{\text{эф}}$  при  $18^\circ\text{C}$ , если подвижности ионов  $\text{K}^+$  и  $\text{Br}^-$  равны при этом, соответственно:  $64,6 \cdot 10^{-4} \{ \text{См}\cdot\text{м}^2 \cdot \text{г}\text{-экв}^{-1} \}$  и  $68,2 \cdot 10^{-4} \{ \text{См}\cdot\text{м}^2 \cdot \text{г}\text{-экв}^{-1} \}$ .

Задание 3. Решить задачу.

Константа скорости реакции второго порядка равна  $2 \cdot 10^{-4} \text{ л}/(\text{мм рт. ст.}\cdot\text{с})$ . Каково будет значение константы, если концентрацию выразить в моль/л (температура  $27^\circ$ )?

Критерии и методика оценивания:

- 15-20 баллов выставляется студенту, если работа выполнена в полном объеме и изложена грамотным языком, задачи решены верно;

- 10-14 баллов выставляется студенту, если работа выполнена в полном объеме, но в работе допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа и задач;

- 4-9 баллов выставляется студенту, если работа выполнена неполно, не показано общее понимание вопроса, допущены ошибки в решении задач.

- 0-3 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании, обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при решении практических задач.

### Темы курсовых работ

1. Электролиз растворов и расплавов.
2. Электродвижущая сила гальванического элемента (Изложить теоретический материал по теме курсовой работы. Составить из двух электродов гальванический элемент без переноса, записать электродные и итоговую реакции. Записать уравнение Нернста для ЭДС такого гальванического элемента).
3. Экспериментальные методы определения констант ионизации слабых кислот и оснований.
4. Методы определения порядков реакций.
5. Особенности ферментов как катализаторов. Механизм и кинетика ферментативно-каталитических реакций.
6. Механизм окисления органических соединений в жидкой фазе как пример вырожденно-разветвленной реакции. Скорость реакции в кинетическом и диффузионном режиме.
7. Торможение реакции окисления добавками ингибиторов. Типы ингибиторов.
8. Кислотно-основной катализ.
9. Уравнение Аррениуса. Вычисление энергии активации и предэкспоненциального множителя из экспериментальных данных.
10. Электрохимические цепи. Принципы классификации.
11. Первичные химические источники тока.
12. Вторичные химические источники тока.
13. Гетерогенный катализ.
14. Автокатализ.

Критерии и методика оценивания:

- Оценка «отлично» выставляется, если показана актуальность исследования; обоснованы и четко сформулированы: цель, задачи, объект и предмет курсовой работы; достаточно полно раскрыта теоретическая и практическая значимость работы, выполненной автором; сделаны четкие и убедительные выводы по результатам исследования; список использованных источников в достаточной степени отражает информацию, имеющуюся в курсовой работе; в тексте имеются ссылки на литературные источники; имеется необходимый иллюстративный материал.
- Оценка «хорошо» выставляется, если показана актуальность исследования; обоснованы и четко сформулированы: цель, задачи, объект и предмет курсовой работы; достаточно полно раскрыта теоретическая и практическая значимость работы, выполненной автором; сделаны четкие и убедительные выводы по результатам исследования; список использованных источников не полностью отражает информацию, имеющуюся в курсовой работе; содержание и результаты исследования доложены недостаточно четко.
- Оценка «удовлетворительно» выставляется, если к курсовой работе имеются замечания по содержанию, по глубине проведенного исследования, работа написана неубедительно.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсовая работа имеет много замечаний от рецензента, работа написана непоследовательно, нелогично.

#### **4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **Основная литература**

1. Борисов И.М. Основы химической термодинамики: учеб. пособие / И. М. Борисов; БГПУ им. М. Акмуллы.— Уфа: БГПУ, 2009.— 180 с.
2. Стромберг А. Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учебник для химических специальностей вузов . М.: Высшая школа, 2009. 527 с.
3. Физическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч.1/Башкирский государственный университет; авт.-сост. Ю.С. Зимин; И.В. Сафарова; В.Р. Хайруллина; Р.Н. Насретдинова; С.Л. Хурсан .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2017 .— Электрон. версия печ. публикации.— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ  
[URL:https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Zimin i dr\\_Fizicheskaja\\_himija\\_1\\_up\\_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Zimin_i_dr_Fizicheskaja_himija_1_up_2017.pdf)

##### **Дополнительная литература**

4. Еремин В.В. и др. Основы физической химии. Теория и задачи. М.: Экзамен. 2005. 478 с.
5. Физическая химия (Под редакцией Краснова К.С.). В 2 кн. Кн.1. Строение вещества. Термодинамика. Изд-е 3-е. М.: Высш. шк., 2001. 687 с.
6. Кудряшов И.В., Каретников Г.С. Сборник примеров и задач по физической химии. Изд. 6-е. М.: Высш. шк. 1991. 527 с.
7. Краткий справочник физико-химических величин (Под ред. Равделя А.А. и Пономаревой А.М). Изд. 10-е, перераб. - СПб.: Иван Федоров. 2003. 240 с.
8. Е.Т.Денисов. Химическая кинетика. М.: Химия: 2000. 566 с.
9. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. Изд. 4-е. М.: Высшая школа, 1984. 391 с
10. Физическая химия (Под редакцией Краснова К.С.). В 2 кн. Кн2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. М.: Высш. шк., 2001. 319 с.
11. Вопросы для подготовки к коллоквиумам по физической химии [Электронный ресурс]: методические указания для студентов химического факультета / Башкирский государствен-

ный университет; сост. Ю.С. Зимин; И.В. Сафарова. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/local/Zimin\\_Vopros\\_dlya\\_podgotovki\\_k\\_kollokviumam\\_po\\_fizicheskoj\\_himii\\_Ufa\\_RIC\\_BashGU\\_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Zimin_Vopros_dlya_podgotovki_k_kollokviumam_po_fizicheskoj_himii_Ufa_RIC_BashGU_2017.pdf)

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
9. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019.

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус).</p> <p><b>2. учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория № 101 (химфак корпус), лаборатория № 120 (химфак корпус).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус),</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 405</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 405</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, ноутбук, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 311</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 310</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 305</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория № 101</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, аквадистиллятор ДЭ-4, кондуктометры, модуль “Термостат”, модуль “Универсальный контроллер”, холодильник ATLANT MXM 2835-90, поляриметр круговой СМ-3, термостаты -3 шт., сесы аналитические Ohaus PA-64 C (65 г/0,0001 г), кондуктометр АНИОН 7020, весы технические, персональный компьютер Pentium 4, вентилятор ВЕНТС 100 ВКМц, кювета 100мм для поляриметра СМ-3 – 3 шт.</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория № 120</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, термостаты – 2шт., модуль “Электрохимия”, модуль “Универсальный контроллер”, модуль “Термохимический анализ”, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20"СQ 100 еи (моноблок)</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 001</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 002</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 008</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019</p>

<p>(химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус), аудитория № 004 (химфак корпус), аудитория № 005 (химфак корпус).</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал № 1 (главный корпус), читальный зал № 2 (физмат корпус-учебное), читальный зал № 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (учебный корпус), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 418 (химфак корпус)</p> <p><b>6. учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ):</b> лаборатория № 309 (химфак корпус), лаборатория № 222 (химфак корпус), лаборатория № 223 (химфак корпус), лаборатория № 227 (химфак корпус), лаборатория</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 004</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" - 15 шт, шкаф настенный TLK6U.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 005</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, компьютер DEPO Neos 470 MD i5_3450/4GDDR/T500 G/DVD+R и монитор ViewSonic 21.5 - 13 шт, шкаф TLK TWP-065442-G-GY, шкаф монтажный NT PRACTIC 2MP47-610B/SSt450/ SKS1/SSt750,59560, 00 T.316-14, шкаф настенный TLK6U.</p> <p style="text-align: center;"><b>Читальный зал № 1</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p style="text-align: center;"><b>Читальный зал №2</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p style="text-align: center;"><b>Читальный зал № 5</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p style="text-align: center;"><b>Читальный зал № 6</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p style="text-align: center;"><b>Читальный зал № 7</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория № 418</b></p> <p>Учебная мебель, факсимильным аппарат Panasonic KX-FL423RUB – 2 шт., эН-метр рН-150МИ (с гос. поверкой), автотрансформатор TDGC2-0.5K(0,5kBT; 2A,220/0-250B),3604, 99р Т.207/2-15, весы "Ohaus" PA64C (65г, 0,1мг) с поверкой, весы VIC-1500d1 (1500г. 100МГ, внешн.калибровка) ACCULAB, иономер И-160МИ с поверкой, комплекс вольтамперометрический СТА, компьютер в комплекте DEPO Neos 4601\Ю/монитор 20" Samsung BX2035/кпав./мышь, компьютер персональный №1 т.210-14/3, магнитная мешалка без нагрева Tolopino – 2шт, магнитная мешалка с нагревом и нанокерамич.поверх hG-MAG HS, метр-рН рН-150МИ (с гос.поверкой), монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD&lt;TFT,8ms, 1280*1024,250кД/М.1 400:1,4:3 D-Sub), персональный компьютер в составе с/блок/Coге J7-4770 (3.4)/H87/SYGA/HDD 500Gb, монитор ЖК"20"Bepl.клавиат ура+мышь, принтер Canon i-SENSYS MF3010, рН-метр рН-150МИ с гос.поверкой, системный блок ПК (775), шкаф сушильный LOIP LF-25/350-GS1, (310X 310x310 мм б/вентилятора.нерж.сталь цифровой контролер), количество посадочных мест – 10.</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория № 309</b></p> <p>Учебная мебель, двухлучевой сканирующий спектрофотометр для работы в ультрафиолетовом и видимом диапазоне спектра UV-2450PC (фирмы «Shimadzu»), высокочувствительный ИК Фурье-</p>	
---	---	--

<p>№ 103 (химфак корпус)</p> <p><b>7. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> лаборатория № 416 (химфак корпус).</p>	<p>спектрометр FTIR-8400S (фирмы «Shimadzu»), комплекс «Хроматэк-кристалл» аппаратно-прогр., весы аналитические, термостат, термостатируемый планшет фирмы "PIKE Technologies", приставка многократного нарушенного полного внутреннего отражения (МНПВО) фирмы *PIKE Technologies”, комплекс аппаратно-программный для медицинских исследований на базе хроматографа "Хроматэк-Кристалл 5000”, компьютер персональный, РМС *Кинетика-2, РМС Электрохимия.</p> <p><b>Лаборатория № 222</b></p> <p>Учебная мебель, весы ВЛ-120М, весы лабораторные ВЛТЭ-510С, водяная баня к ротационному испарителю ИКА RV 8V, испаритель ротационный ИКА RV 8V, колбагреватель ES-4110, колбагреватель ПЭ-4120 (250мл), компьютер в сборе:PentiumG3250 /AS Rock H81M-VG4/DDR3 2*2Gb/HDD 500Gb/DVD RW/Exegatr BA-106 400W/Kb M SVEN Standart 310/Pilot ExeGate EC 6 4B/23@LG 23M470D-P – 2 шт, магнитная мешалка ES-6120 с подогревом, магнитная MeiuанKaMR Hei-Tech нагрёв300С,1400об/ мин, кругл. платф, МФУ hp Laser Jet Pro MFP M125rnw CZ178A+NV-Print CF283A, накопитель HGST Touro S(0S03754)1Tb 2.5 USB3.0(RTL), насос вакуумный НВМК 2х4, ноутбук HP Pavilion 15-aw030ur (x7H89EA#ACB)A10 9600P/8/1Tb/DVD-RV, потенциостат-гальваностат P-30JM, спектрофлуориметр модель RF-5301PC, фирмы Япония, ультразвуковая ванна ПСБ-5735-05, химически стойкий мембранный насос KNF N 920G, холодильник POZIS-102-2, шкаф сушильный Binder RF-53.</p> <p><b>Лаборатория № 223</b></p> <p>Учебная мебель, автотрансформатор TDGC2-05K(0,5КВТ,2 А.220/0-250В), колбагреватель LOIP LH-110 (1000мл), магнитная мешалка с нагревом и нанокерамической поверхностью C-MAG HS 7 – 2 шт, монитор 19” Benq TFT G900Wa silver-black, монитор 19" LG L1953S BF black (LCD,TFT,1280*1024, 170/170,300кд/м,200 0:1,5грис)ТСО, осциллограф одноканальный PCS100А, системный блок ПК (775), термостат циркуляционный LOIP LT-211Б, объем ванны 1л, холодильник бытовой "Stinol-242Q” с морозильным отделением двухкамерный.</p> <p><b>Лаборатория № 227</b></p> <p>Учебная мебель, магнитная мешалка без нагрева Tolopino – 2 шт., магнитная мешалка с нагревом и нанокерамич.поверх HG-MAG HS, осциллограф одноканальный PCS100А, спектрофотометр UV-2401PC, термостат U4 – 4 шт., термостат жидкостной LOIP LT-105а, термостат циркуляционный LOIP LT-211а объем ванны 1л.</p> <p><b>Лаборатория № 103</b></p> <p>Учебная мебель, компьютер в составе: системный блок Core i3-2120 (3.3) 4Gb, Корпус ATX 400W монитор ЖК21.5 Philips,226 V4LSB, клавиатура A4-Tech isolation KV-300H мышь A4-Tech XL-760H, сетевой фильтр 5.0м BURO, колонки Genius SP-S120, МФУ лазерное SAMSUNG Э1--M2070\Л/(прин.скан.коп) A425стр/мин10 стр/мин.</p> <p><b>Лаборатория № 416</b></p> <p>Атомно-абсорбционный спектрофотометр модель AA-7000, фирмы "Шимадзу", Япония, баллон с гелием марки А – 2 шт, вентилятор ВЕНТС 100 ВКМц/*1/, газовый хромато-масс-спектрометр модель GCMS-QP 2010PIUS, компьютер в составе: системный блок, монитор, клавиатура, мышь, кондиционер QUATTROCUMA QV/QN-F12WA, ноутбук Fujitsu Lifebook F530 Intel Core i3-330M/4Gb/500Gb/ DVD-RW/ВТ/15.6"/Wi n7НВ+office, персональный компьютер в комплекте HP</p>	
---	---	--

	AiO 20"СQ 100 eu (моноблок), электроплитка Irit IR-8200, 1500Вт диаметр конфорки 185мм.	
--	---	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**  
дисциплины «Физическая химия»  
на 3 курсе, 6 семестр  
очная

Вид работы	Объем дисциплины
	очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4 ЗЕТ / 144 часа
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	91,7
лекций	18
практических / семинарских	-
лабораторных	72
Других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	26,5
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

Форма контроля:  
контрольная работа  
экзамен 6 семестр

№	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	Термодинамическая система и ее описание	3		14	5	[1-3, 7-11]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
2	Термохимия	3		14	5	[1-3, 7-10]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
3	Фазовое равновесие	4		14	5	[3,6,7]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
4	Растворы	4		14	5	[1-3, 5-7]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
5	Химическое равновесие	4		16	5,8	[1-4, 8, 9]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
	Итого	18		72	25,8			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Физическая химия»

на 4 курсе, 7 семестр

очная

Вид работы	Объем дисциплины
	очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	8 ЗЕТ / 288 часов
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	131,7
лекций	32
практических / семинарских лабораторных	-
Других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	96
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	3,7
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	94,5
	61,8

Форма контроля:

контрольная работа

экзамен 7 семестр

курсовая работа 7 семестр

Курсовая работа: контактных часов – 2, часов на самостоятельную работу – 10.

№	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабора- торные работы, самостоятель- ная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополни- тельная литература, рекомендуемая студен- там (номера из списка)	Задания по самостоя- тельной работе сту- дентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиу- мы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	Основные понятия и законы химической кинетики	3		8	8	[1-3, 7-11]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
2	Теоретические основы химической кинетики	3		8	8	[1-3, 7-10]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
3	Кинетика реакций простых типов	3		8	8	[3,6,7]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
4	Кинетика сложных реакций	3		10	8	[1-3, 5-7]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
5	Радикально-цепные реакции	3		10	8	[1-4, 8, 9]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
6	Фотохимические реакции	3		8	8	[1-3, 7-11]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
7	Каталитические реакции	3		10	8	[1-3, 7-10]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
8	Равновесие в растворах электролитов	3		8	6,5	[3,6,7]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
9	Неравновесные явления	2		8	8	[1-3, 5-7]	Проработать лекции,	защита лабораторной рабо-

	в растворах электролитов						рекомендуемую литературу	ты, коллоквиум, контрольная работа
10	Гетерогенное электрохимическое равновесие	2		10	8	[1-4, 8, 9]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
11	Основы электрохимической кинетики	2		8	6	[1-3, 5-7]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
12	Курсовая работа	2			10	[1-11]	Исследовать рекомендуемую преподавателем тему	
	Итого	34		96	94,5			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ ХИМИЧЕСКИЙ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «**Физическая химия**»  
на 2 курсе, зимний семестр  
заочная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	6 ЗЕТ / 216 часов
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	21,7
лекций	6
практических / семинарских	-
лабораторных	14
Других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	185,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9

Форма контроля:  
контрольная работа  
экзамен 2 курс зимняя сессия

№	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР / Сем	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Термодинамическая система и ее описание	1			15	[1-3, 7-11]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
2	Термохимия	1		4	45	[1-3, 7-10]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
3	Фазовое равновесие	2		6	65	[3,6,7]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
4	Растворы	1			15,3	[1-3, 5-7]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
5	Химическое равновесие	1		4	45	[1-4, 8,9]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
	Итого	6		14	185,3			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 ФАКУЛЬТЕТ ХИМИЧЕСКИЙ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «**Физическая химия**»  
 на 2 курсе, летний семестр  
 заочная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	6 ЗЕТ / 216 часов
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	35,7
лекций	6
практических / семинарских	-
лабораторных	26
Других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	171,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9

Форма контроля:  
 контрольная работа  
 экзамен 2 курс летняя сессия  
 курсовая работа летняя сессия

Курсовая работа: контактных часов – 2, часов на самостоятельную работу – 10.

№	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПП / Сем	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основные понятия и законы химической кинетики	1			8	[1-3, 7-11]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
2	Теоретические основы химической кинетики	1		6	31,1	[1-3, 7-10]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
3	Кинетика реакций простых типов	1		6	33,1	[3,6,7]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
4	Кинетика сложных реакций	1		6	33,1	[1-3, 5-7]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
5	Равновесие в растворах электролитов	1		4	28	[3,6,7]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
6	Неравновесные явления в растворах электролитов	1		4	28	[1-3, 5-7]	Проработать лекцию, рекомендуемую литературу	защита лабораторной работы, коллоквиум, контрольная работа
7	Курсовая работа	2			10	[1-11]	Исследовать рекомендуемую преподавателем тему	
	Итого	8		26	171,3			

Рейтинг – план дисциплины

Физическая химия

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Курс 3, семестр 6.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 (термодинамика)</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Выполнение лабораторных работ	5	3	0	15
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Коллоквиум 1	5	1	0	5
2. Коллоквиум 2	5	1	0	5
<b>Модуль 2 (термодинамика)</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Выполнение лабораторных работ	5	3	0	15
2. Коллоквиум 3	5	1	0	5
3. Коллоквиум 4	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
Контрольная работа	20	1	0	20
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Публикация статей в научных журналах	5	1	0	5
2. Участие в студенческой олимпиаде	5	1	0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен	30	1	0	30

### Физическая химия

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Курс 4, семестр 7.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 (кинетика)</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Выполнение лабораторных работ	5	4	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Коллоквиум 1	5	1	0	5
2. Коллоквиум 2	5	1	0	5
<b>Модуль 2 (электрохимия)</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Выполнение лабораторных работ	5	3	0	15
2. Коллоквиум 2	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа	20	1	0	20
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Публикация статей в научных журналах	5	1	0	5
2. Участие в студенческой олимпиаде	5	1	0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен	30	1	0	30